

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/022406 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B61L 23/00**,  
B60R 16/02, B61K 9/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009886

(22) Internationales Anmeldedatum:  
5. September 2003 (05.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 40 962.5 5. September 2002 (05.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH**  
[DE/DE]; Saatwinkler Damm 43, 13627 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHNEIDER**,  
Richard [CH/CH]; Bollweg 5, CH-8240 Thayngen  
(CH). **AUER**, Wolfgang [DE/DE]; Trotzstrasse 32, 34119  
Kassel (DE). **REIMANN**, Uwe [DE/DE]; Edelweissweg  
43, 57072 Siegen (DE). **HIMMELSTEIN**, Günther  
[DE/DE]; Im Rosengärtchen 19, 61440 Oberursel (DE).

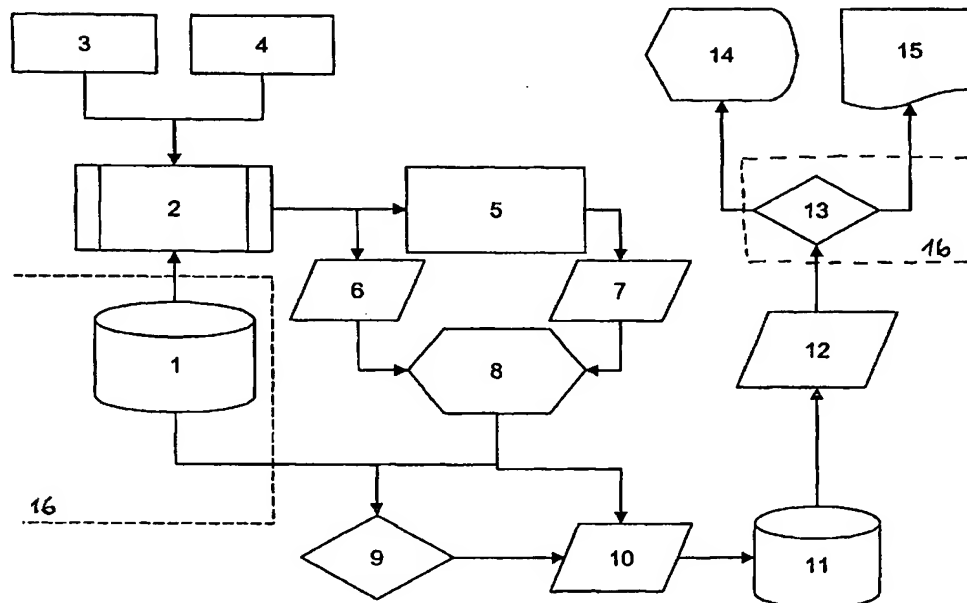
(74) Anwalt: **KARLHUBER**, Mathias; Cohausz & Florack,  
Bleichstrasse 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING THE STATE OF VEHICLE CHASSIS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ZUSTANDSÜBERWACHUNG VON FAHRWERKEN VON  
SCHIENENFAHRZEUGEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring the state of vehicle chassis, particularly of rail vehicles, whereby physical quantities (3) are measured on the chassis by means of sensors (21, 22). The measured and optionally processed quantities (6) are compared with modeled quantities (7) by means of a processing unit (24). The modeled quantities are determined from specific quantities, a classification into classes of causes is performed on the basis of the comparison (8) by means of one or the processing unit, and an evaluation is carried out based on the classification. The invention also relates to a device for carrying out the method.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, wobei physikalische Größen (3) am Fahrwerk mittels Sensoren (21, 22) gemessen werden, die gemessenen, gegebenenfalls aufbereiteten Größen (6) mit modellierten Größen (7) mittels einer Verarbeitungseinheit (24) verglichen werden, wobei die modellierten Größen aus spezifischen Größen ermittelt werden, aus dem Vergleich (8) mittels einer oder der Verarbeitungseinheit eine Klassifikation in Klassen von Ursachen erfolgt und infolge der Klassifikation eine Auswertung stattfindet. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

---

**VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ZUSTANDSÜBERWACHUNG VON FAHRWERKEN VON FAHRZEUGEN**

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen. Die Erfindung ist geeignet für - aber nicht beschränkt auf - den Einsatz in Schienenfahrzeugen.

Wartungskosten von Schienenfahrzeugen und insbesondere von deren Fahrwerken stellen einen erheblichen Anteil an den Betriebskosten dar. Da es bisher im allgemeinen nicht möglich ist, den tatsächlichen Zustand verschleißbehafteter oder Alterungsprozessen unterliegender Komponenten der Fahrwerke von Schienenfahrzeugen im eingebauten Zustand zu beurteilen, werden üblicherweise in festen Abständen Prüf- und Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, welche mit einer zumindest teilweisen Demontage des Fahrwerks verbunden sind. Dabei sind die Wartungsintervalle so kurz gewählt, dass eine in der Zwischenzeit auftretende Schädigung oder Zustandsverschlechterung eines Fahrwerkselements noch nicht zu einem kritischen Zustand führt. Dies bedingt, dass ein erheblicher Anteil der Arbeiten vorzeitig vorgenommen wird bzw. ein erheblicher Anteil der betreffenden Fahrwerkselemente ausgetauscht wird, obwohl noch keine Verschlechterung ihres Zustands eingetreten ist.

Es sind eine Reihe von Verfahren und Vorrichtungen bekannt, welche einzelne Komponenten der Fahrwerke von Schienenfahrzeugen überwachen.

Eine Reihe bekannter Lösungen betreffen das Vorhandensein von Radreifen bzw. Spurkränzen. Derartige Systeme liefern keine Aussage über den langsam sich verändernden Zustand einer Komponente, sondern beurteilen die momentane Sicherheit des Systems Fahrwerk.

Eine Reihe anderer bekannter Lösungen beschränken sich auf die Messung der im Betrieb auftretenden Schwingungen bzw. Stöße im Fahrwerk und berücksichtigen bei der Beurteilung nur die Verletzung von vordefinierten Grenzwerten, seien es tolerable Amplituden oder Referenzspektren. Auch hier wird also nur eine "gut" - "schlecht" Diskrimination vorgenommen.

Bei einigen bekannten Lösungen wird an als besonders kritisch angesehenen Komponenten ein Sensor angebracht, der gezielt dieses Fahrwerkselement überwacht. Es findet also keine

Korrelation der Messungen an verschiedenen Stellen des Fahrwerks statt. Aus den Messwerten wird keine Vorhersage der Restlebensdauer abgeleitet.

Aufgabe der Erfindung ist es, die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen vorzuschlagen, die ermöglichen, kontinuierlich den Zustand der von Verschleiß oder Alterung betroffenen Komponenten eines Fahrwerks zu überwachen und jederzeit eine zuverlässige Bewertung zu erlauben. Diese bildet die Grundlage eines zustandsbezogenen Inspektions- und Instandhaltungsregimes. Dabei wird großer Wert auf eine minimale Anzahl benötigter Sensoren pro Fahrwerk gelegt, um sowohl die Investitionskosten des Überwachungssystems, wie auch dessen Betriebs- bzw. Lebenszykluskosten so niedrig wie möglich zu halten.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

Erfindungsgemäß werden dabei physikalische Größen am Fahrwerk mittels Sensoren gemessen. Die gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen werden dann mit modellierten Größen mittels einer ersten Verarbeitungseinheit verglichen, wobei die modellierten Größen aus spezifischen Größen, beispielsweise unter Verwendung der gemessenen Größen, ermittelt werden. Aus dem Vergleich erfolgt mittels einer Verarbeitungseinheit, beispielsweise der ersten Verarbeitungseinheit, eine Klassifikation in Klassen von Ursachen für eventuelle Abweichungen. Anschließend findet infolge der Klassifikation eine Auswertung statt.

Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, kontinuierlich den Zustand der von Verschleiß oder Alterung betroffenen Komponenten eines Fahrwerks zu überwachen und jederzeit eine zuverlässige Bewertung zu erlauben. Diese kann dann die Grundlage eines zustandsbezogenen Inspektions- und Instandhaltungsregimes bilden.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist der Einsatz einer minimalen Anzahl von Sensoren pro Fahrwerk möglich, sodass sowohl die Investitionskosten des Überwachungssystems, als auch dessen Betriebs- bzw. Lebenszykluskosten so niedrig wie möglich gehalten werden können.

Gegenüber dem Stand der Technik erlaubt die erfindungsgemäße Lösung aufgrund der Signale einer minimalen Anzahl von Sensoren eine umfassende Beurteilung des Zustands der verschiedenen Komponenten eines damit ausgerüsteten Fahrwerks eines Fahrzeugs, insbesondere Schienenfahrzeugs sowie eine Vorhersage der künftigen Entwicklung dieses Zustands. Damit wird eine zustandsbezogene Planung von Wartungsmaßnahmen ermöglicht, welche zahlreiche durch ein Wartungsregime mit festen Fristen bedingte überflüssige bzw. vorzeitig ergriffene Maßnahmen vermeidet.

Bei den physikalischen Größen kann es sich um beliebige geeignete Größen handeln, die einen Rückschluss auf den Zustand einer Fahrwerkskomponente erlauben. Bevorzugt werden als physikalische Größen Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und/oder Kräfte gemessen.

Vorzugsweise umfasst die Verarbeitungseinheit ein Modell des Fahrzeugs, das kontinuierlich die Parameter des Fahrzeugs identifiziert und kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrzeugs erstellt. Zusätzlich oder alternativ umfasst die Verarbeitungseinheit ein oder mehrere Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodelle von Komponenten des Fahrzeugs, mit denen sie die Restlebensdauer bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt bzw. aktualisiert.

Bevorzugt erfolgt der Vergleich der gemessenen Größen und der modellierten Größen, gegebenenfalls nach einer Aufbereitung, mittels einer Korrelation. Hierzu werden beispielsweise geeignete Korrelationsverfahren bzw. Korrelationsalgorithmen eingesetzt, mittels derer aus verschiedenen zu verarbeitenden Werten Informationen abgeleitet werden können.

Vorzugsweise erfolgt die Klassifikation mittels einer geeigneten elektronischen Verarbeitungseinheit, beispielsweise mittels eines Computers. Dabei kann bevorzugt eine Klassifikation erfolgen, ob es sich um eine fahrzeuginterne oder externe Ursache handelt. Weiterhin erfolgt vorzugsweise eine Klassifikation dahingehend, um welchen Ort der Ursache es sich fahrzeugintern handelt.

Die Ermittlung der modellierten Größen kann grundsätzlich in beliebiger geeigneter Weise erfolgen. So können beispielsweise entsprechende Tabellen vorgesehen, beispielsweise gespeichert, sein, über welche die modellierten Größen ermittelt werden können. Bevorzugt erfolgt jedoch eine Berechnung der modellierten Größen unter Verwendung entsprechender Berechnungsalgorithmen.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, die sich insbesondere zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet. Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung einen oder mehrere Sensoren zur Messung von physikalischen Größen am Fahrwerk auf. Weiterhin umfasst sie eine Verarbeitungseinheit zur Berechnung modellierter Größen, eine Verarbeitungseinheit zum Vergleich der gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen mit modellierten Größen, eine Verarbeitungseinheit zur Klassifikation als Ergebnis des Vergleichs und Mittel zur Auswertung. Dabei können getrennte Verarbeitungseinheiten vorgesehen sein. Es können aber auch sämtliche Funktionen von einer einzigen Verarbeitungseinheit zur Verfügung gestellt sein.

Mit dieser Vorrichtung lassen sich die oben beschriebenen Vorteile und Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens in demselben Maße erzielen, sodass hier lediglich auf die obigen Ausführungen Bezug genommen wird.

Vorzugsweise umfasst die Verarbeitungseinheit das Modell des Fahrwerks, das kontinuierlich dessen Parameter identifiziert und mittels diesen kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrwerks erstellt. Zusätzlich oder alternativ umfasst die Verarbeitungseinheit Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodelle von Komponenten des Fahrwerks, mit denen die Restlebensdauer bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt bzw. aktualisiert werden kann.

Bei weiteren bevorzugten Varianten der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass an der Verarbeitungseinheit ein Interface zu einem übergeordneten Leitsystem des Fahrzeugs angeschlossen ist, über das Daten zum aktuellen Fahrzustand, beispielsweise die Fahrgeschwindigkeit, an die Verarbeitungseinheit geliefert werden. Ebenso können Meldungen der Verarbeitungseinheit über das Interface an einen geeigneten Speicher übermittelt und dort gespeichert werden. Ebenso können solche Meldungen der Verarbeitungseinheit an den Fahrer bzw. Triebfahrzeugführer oder eine externe Leitstelle übermittelt werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Mittel zur Auswertung eine fahrzeuginterne Signalisierungseinrichtung und zusätzlich oder alternativ eine Signalisierungseinrichtung in einer mobilen oder stationären Leitstelle außerhalb des Fahrzeugs inklusive einer Datenübertragungseinrichtung vom Fahrzeug zur Leitstelle sind.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen bzw. der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels, welche auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens für ein Schienenfahrzeug;

Figur 2 eine schematische Darstellung einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf einem Modell 1 des Fahrwerks des Schienenfahrzeugs einschließlich seiner ggf. vorhandenen aktiven Komponenten sowie auf Korrelationsverfahren bzw. -algorithmen 2 zur Ableitung von Informationen aus verschiedenen gemessenen Werten 3 oder vom übergeordneten Leitsystem gelieferten Werten 4. Damit wird permanent aufgrund der Sensordaten sowie des Fahrzustands des Fahrzeugs dessen  
10 Verhalten in Block 5 simulatorisch prognostiziert und diese Prognose in Block 7 ausgegeben.

Abweichungen des in Block 6 ermittelten tatsächlichen Verhaltens von dieser Prognose werden in Block 8 frühzeitig erkannt und unter Verwendung des Modells 1 in Block 9 die verursachende Komponente identifiziert und in Block 10 ihr Zustand ermittelt bzw. die Ursache  
15 klassifiziert. Zusammen mit einem Modell 11 der Abweichungs- bzw. Schadensentwicklung wird in Block 12 die Restlebensdauer der identifizierten verursachenden Komponente ermittelt. Anschließend wird in Block 13 entschieden, ob in Block 14 repräsentierte betriebliche Einschränkungen vorgenommen werden und wann welche Wartungsmaßnahmen ergriffen werden müssen, die in Block 15 repräsentiert sind.

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst in einer vorteilhaften Ausführung eine Reihe von an geeigneten Positionen im Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs angebrachten Sensoren 21, 22, die ggf. integrierter Bestandteil aktiver Elemente 23 im Fahrwerk sein können.

Weiterhin umfasst die Vorrichtung eine mit den Sensoren 21, 22 verbundene elektronische Verarbeitungseinheit 24, welche

25 - eine Einheit 25 umfasst, die das Modell 1 des Fahrwerks enthält, wobei über das Modell 1 kontinuierlich die Parameter des Fahrwerks identifiziert werden und kontinuierlich eine simulatorische Prognose 5 des Verhaltens des Fahrwerks erstellt wird, und

- eine Einheit 26 umfasst, die Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodelle 11 von  
30 Komponenten des Fahrwerks enthält und damit die Restlebensdauer 12 bis zum Er-

reichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt bzw. aktualisiert.

In einer vorteilhaften Ausführung umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung weiterhin einen Anschluss an ein übergeordnetes Leitsystem 27 des Schienenfahrzeugs, über das Daten zum aktuellen Fahrzustand 4, z. B. die Fahrgeschwindigkeit, an die erfindungsgemäße Vorrichtung geliefert bzw. Meldungen von diesem in einem dafür vorgesehenen Speicher 28 gespeichert sowie an den Triebfahrzeugführer 29 oder eine externe Leitstelle 30 abgesetzt werden können.

Das für die Zustandsbeurteilung und –vorhersage verwendete Modell 1 kann vorzugsweise Bestandteil des integrierten Reglerkonzepts 16 für die aktiven Komponenten 23 des Fahrwerks sein, in dessen Rahmen auch die Entscheidung über die Tolerierbarkeit der ermittelten Restlebensdauer sowie zu ergreifende Maßnahmen aus Block 13 erfolgt.

Bei dem Sensor 21 handelt es sich im vorliegenden Fall um einen Vibrationssensor, der an einem Drehgestell angeordnet ist, während der Sensor 22 ein Kraftsensor ist, der an einem Antrieb 23 des Schienenfahrzeug angeordnet ist.

Es versteht sich, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch andere Sensoren an anderen geeigneten Positionen des Fahrzeugs vorgesehen sein können, welche zuverlässige Aussagen über den Zustand bestimmter Komponenten des Fahrzeugs ermöglichen.



## Liste der Bezugszeichen

- 1      Softwaretechnisches Modell des Fahrwerks
- 2      Korrelationsverfahren bzw. -algorithmen
- 3      Von Sensoren gemessene physikalische Größen
- 5 4      Vom Leitsystem des Fahrzeugs gelieferte Informationen
- 5      Simulation zur Prognostizierung des Verhaltens des Fahrwerks
- 6      Datentechnische Beschreibung des tatsächlichen Verhaltens des Fahrwerks
- 7      Durch Simulation erstellte Prognose des Verhaltens des Fahrwerks
- 8      Erkennung von Abweichungen zwischen prognostiziertem und tatsächlichem Ver-
- 10      halten des Fahrwerks
- 9      Identifikation der die Abweichung verursachenden Fahrwerkskomponente
- 10      Ermittlung des aktuellen Zustands der die Abweichung verursachenden Fahrwerks-
- komponente
- 11      Modell der Abweichungsentwicklung bzw. der Alterungs- und/oder Schadensent-
- 15      wicklung von Fahrwerkskomponenten
- 12      Restlebensdauer der betrachteten Fahrwerkskomponente
- 13      Entscheidung über die Tolerierbarkeit der ermittelten Restlebensdauer sowie zu er-
- greifende Maßnahmen
- 14      Betriebliche Einschränkungen
- 20 15      Erforderliche Wartungsmaßnahmen
- 21      im Fahrwerk angebrachte Sensoren
- 22      in aktive Fahrwerkskomponenten integrierte Sensoren
- 23      Aktive Elemente bzw. Systeme im Fahrwerk
- 24      Elektronische Verarbeitungseinheit
- 25 25      Softwaretechnisches Modell des Fahrwerks
- 26      Modell der Abweichungsentwicklung bzw. der Alterungs- und/oder Schadensent-
- wicklung von Fahrwerkskomponenten
- 27      Leitsystem des Fahrzeugs
- 28      dem Leitsystem angeschlossener bzw. darin integrierter Speicher für Meldungen
- 30 29      Meldeeinrichtung für den Fahrer bzw. Triebfahrzeugführer, z.B. Display
- 30      Übertragungseinrichtung für Meldungen an eine Leitzentrale

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass

- physikalische Größen (3) am Fahrwerk mittels Sensoren (21, 22) gemessen werden,
- die gemessenen, gegebenenfalls aufbereiteten Größen (6), mit modellierten Größen (7) mittels einer Verarbeitungseinheit (24) verglichen werden, wobei die modellierten Größen aus spezifischen Größen ermittelt werden,
- aus dem Vergleich (8) mittels einer Verarbeitungseinheit (24) eine Klassifikation in Klassen von Ursachen erfolgt und
- infolge der Klassifikation eine Auswertung stattfindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als physikalische Größen (3) Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und/oder Kräfte gemessen werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (24)

- ein Modell (1, 25) des Fahrzeugs umfasst, das kontinuierlich die Parameter des Fahrzeugs identifiziert und mittels dessen kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrzeugs erstellt wird

und/oder

- wenigstens ein Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodell (9) von Komponenten des Fahrzeugs umfasst, mit dem die Restlebensdauer (10) bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt und/oder aktualisiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich (8) der gemessenen Größen (6) und der modellierten Größen (7), gegebenenfalls nach einer Aufbereitung, mittels einer Korrelation (2) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifikation mittels einer elektronischen Verarbeitungseinheit (24), insbesondere mittels eines Computers erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Klassifikation erfolgt, ob es sich um eine fahrzeuginterne oder externe Ursache handelt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Klassifikation erfolgt, um welchen Ort der Ursache es sich fahrzeugintern handelt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Berechnung der modellierten Größen erfolgt.
9. Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, insbesondere zur Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit
  - einem oder mehreren Sensoren (21, 22) zur Messung von physikalischen Größen am Fahrwerk,
  - einer Verarbeitungseinheit (24) zur Berechnung modellierter Größen,
  - einer Verarbeitungseinheit (24) zum Vergleich der gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen mit modellierten Größen,
  - einer Verarbeitungseinheit (24) zur Klassifikation als Ergebnis des Vergleichs und
  - Mitteln zur Auswertung.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (24)
  - ein Modell des Fahrwerks (1, 25) umfasst, das kontinuierlich dessen Parameter identifiziert und mittels dessen kontinuierlich eine simulatorische Prognose (5) des Verhaltens des Fahrwerks erstellt wird,

und/oder

- wenigstens ein Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodell (11, 26) von Komponenten des Fahrwerks umfasst, mit dem die Restlebensdauer (12) bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt und/oder aktualisiert wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass an der Verarbeitungseinheit (24) ein Interface zu einem übergeordneten Leitsystem (27) des Fahrzeugs angeschlossen ist, über das Daten zum aktuellen Fahrzustand (4), insbesondere die Fahrgeschwindigkeit, an die Verarbeitungseinheit geliefert bzw. Meldungen von diesem gespeichert (28) sowie an den Fahrer bzw. Triebfahrzeugführer (29) oder eine externe Leitstelle (30) übermittelt werden können.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor (21, 22) ein Vibrationssensor, ein Beschleunigungssensor, ein Stoßsensor, ein akustischer Sensor, ein Schallsensor, ein Wirbelstromsensor, ein Magnetfeldsensor, ein Temperatursensor, ein Kraftsensor, ein Dehnungssensor, ein Wegsensor, ein Radar-Doppler-Sensor oder ein Ultraschallsensor ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor (21, 22)

- an einem Radsatz, insbesondere an einem Rad, an einer Radsatzwelle oder an einem Radsatzlager,
- an einem Drehgestell- oder Fahrwerksrahmen,
- an einer Primärfederung, insbesondere an einer Feder, an einem Dämpfer oder an einer Radsatzführung,
- an einer Sekundärfederung, insbesondere an einer Feder, an einem Dämpfer, vorzugsweise an einem Schlingerdämpfer oder an einem Anschlagpuffer,
- an einer Zugkraftanlenkung,
- an einem Antrieb, insbesondere an einem Fahrmotor, an einem Getriebe, an einer Kupplung oder an einer Antriebsaufhängung,

oder

an einer Bremse, insbesondere an einer Bremsscheibe, an einem Bremszylinder, an einem Bremsbelag, an einem Bremsklotz, an einem Bremsgestänge oder an einer Bremszange angeordnet ist.

- 5    14.    Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Auswertung eine fahrzeuginterne Signalisierungseinrichtung (29) und/oder eine Signalisierungseinrichtung in einer mobilen oder stationären Leitstelle außerhalb des Fahrzeugs inklusive einer Datenübertragungseinrichtung (30) vom Fahrzeug zur Leitstelle sind.

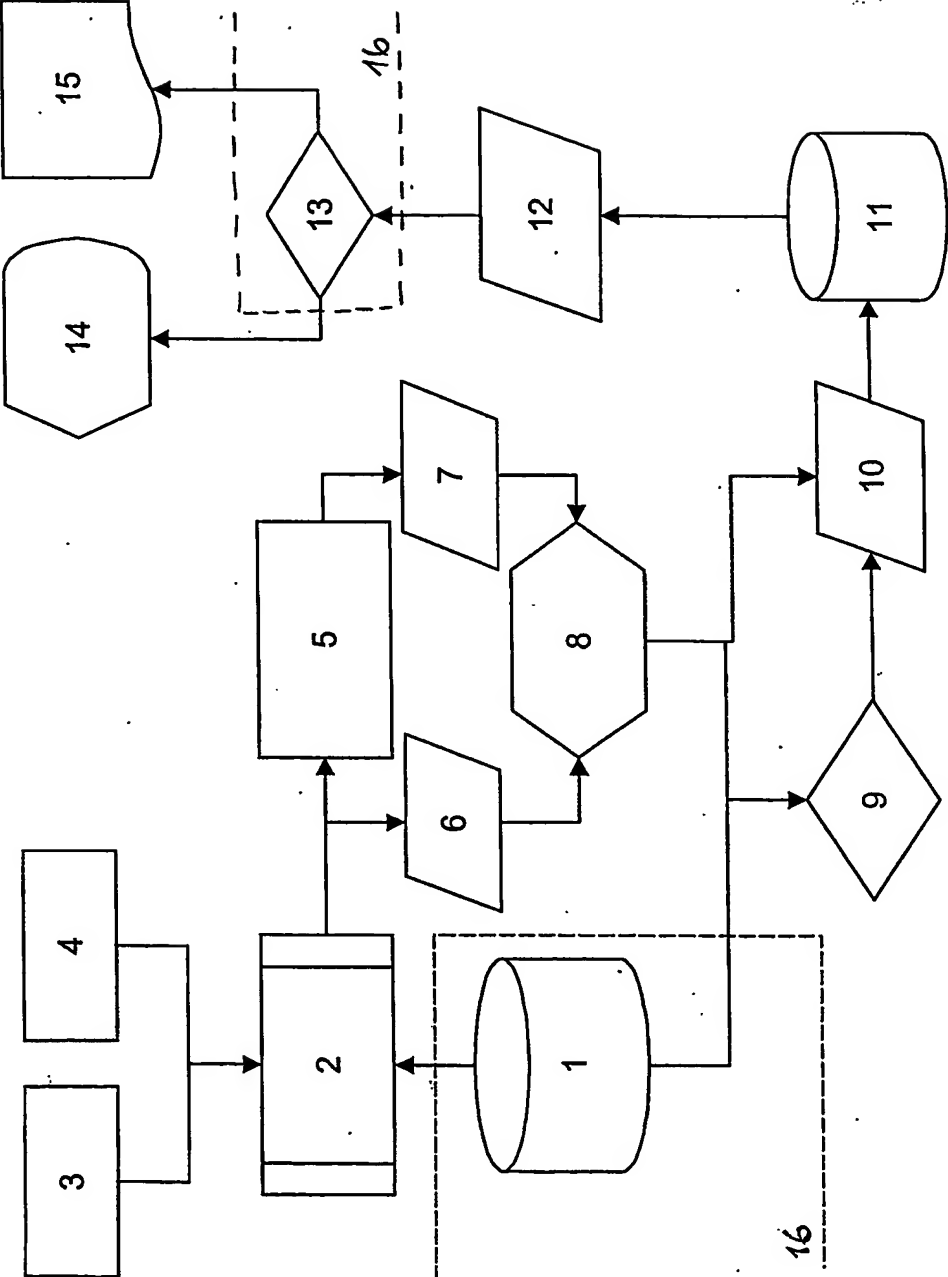


Fig. 1

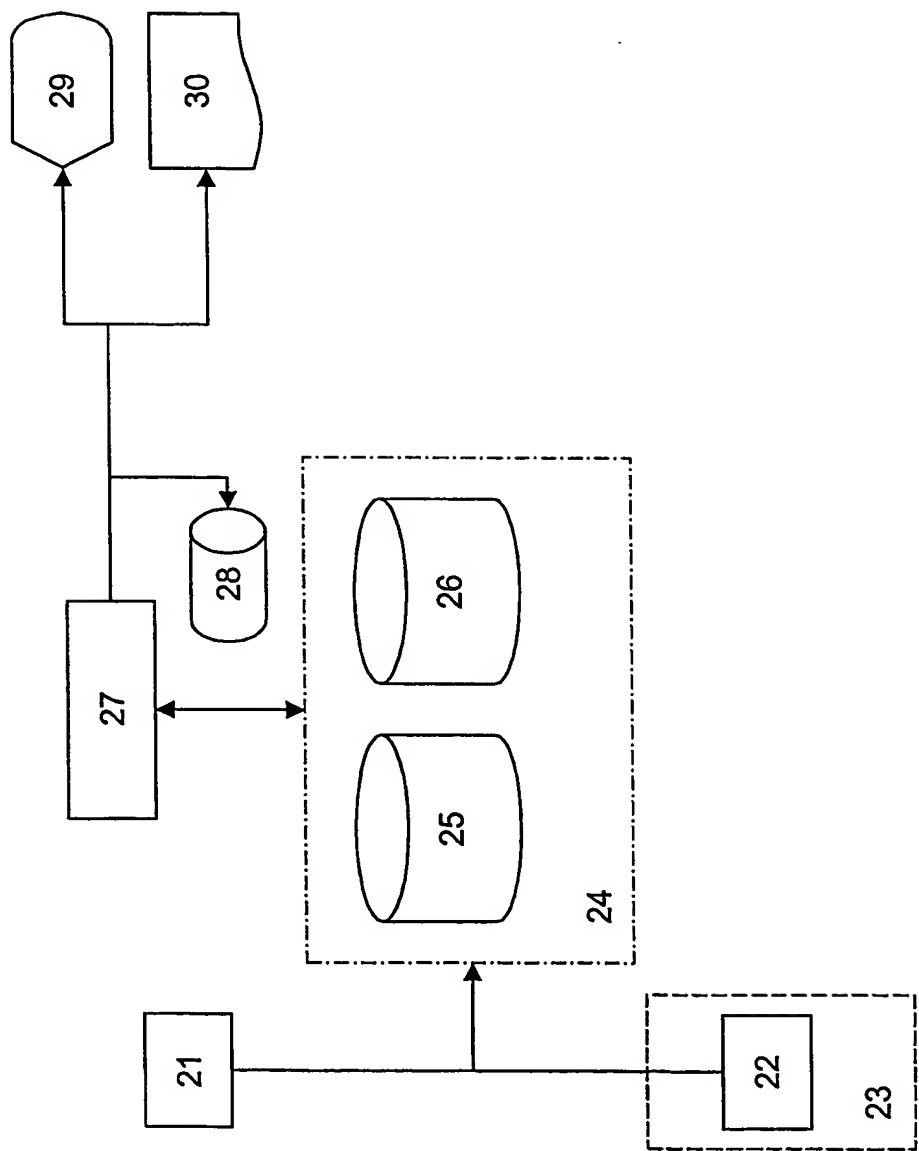


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP 03/09886

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B61L23/00 B60R16/02 B61K9/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B61L B60R B61K B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 62 606 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 13 June 2002 (2002-06-13) the whole document ---	1,3-14
X	DE 100 12 133 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 September 2001 (2001-09-27) the whole document ---	1-3,5, 8-12
A	US 2002/077733 A1 (BIDAUD ANDRE C) 20 June 2002 (2002-06-20) paragraph '0061! - paragraph '0065!; figure 22 ---	1,9
A	DE 100 20 521 A (DEUTSCHE BAHN AG) 31 October 2001 (2001-10-31) the whole document -----	1,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 December 2003

Date of mailing of the international search report

05/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fuchs, A



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/09886

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 10062606	A	13-06-2002	DE	10062606 A1	13-06-2002
DE 10012133	A	27-09-2001	DE	10012133 A1	27-09-2001
US 2002077733	A1	20-06-2002	US	6347265 B1	12-02-2002
			WO	03069064 A1	21-08-2003
DE 10020521	A	31-10-2001	DE	10020521 A1	31-10-2001
			AU	6588401 A	07-11-2001
			WO	0181888 A1	01-11-2001
			EP	1274979 A1	15-01-2003

## INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internal Aktenzeichen

PCT/EP 03/09886

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B61L23/00 B60R16/02 B61K9/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B61L B60R B61K B60L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 62 606 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 13. Juni 2002 (2002-06-13) das ganze Dokument	1,3-14
X	DE 100 12 133 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. September 2001 (2001-09-27) das ganze Dokument	1-3,5, 8-12
A	US 2002/077733 A1 (BIDAUD ANDRE C) 20. Juni 2002 (2002-06-20) Absatz '0061! - Absatz '0065!; Abbildung 22	1,9
A	DE 100 20 521 A (DEUTSCHE BAHN AG) 31. Oktober 2001 (2001-10-31) das ganze Dokument	1,9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

19. Dezember 2003

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

05/01/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fuchs, A

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internati kenzelchen

PCT/EP 03/09886

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10062606	A	13-06-2002	DE	10062606 A1	13-06-2002
DE 10012133	A	27-09-2001	DE	10012133 A1	27-09-2001
US 2002077733	A1	20-06-2002	US	6347265 B1	12-02-2002
			WO	03069064 A1	21-08-2003
DE 10020521	A	31-10-2001	DE	10020521 A1	31-10-2001
			AU	6588401 A	07-11-2001
			WO	0181888 A1	01-11-2001
			EP	1274979 A1	15-01-2003